



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off nlegungsschrift
⑩ DE 195 34 627 A 1

⑳ Aktenzeichen: 195 34 627.0
㉑ Anmeldetag: 18. 9. 95
㉒ Offenlegungstag: 20. 3. 97

㉓ Int. Cl.⁸:
D 04 H 5/08
C 08 J 5/04
C 08 J 5/24
D 08 M 17/00
B 29 C 70/08
F 16 S 1/00
B 32 B 5/28
// B60J 5/00, B64C
27/32, B63B 5/24,
B64C 1/00, 3/20, F03D
1/06, 3/08

DE 195 34 627 A 1

㉔ Anmelder:
Pott, Richard, 32791 Lage, DE

㉕ Erfinder:
gleich Anmelder

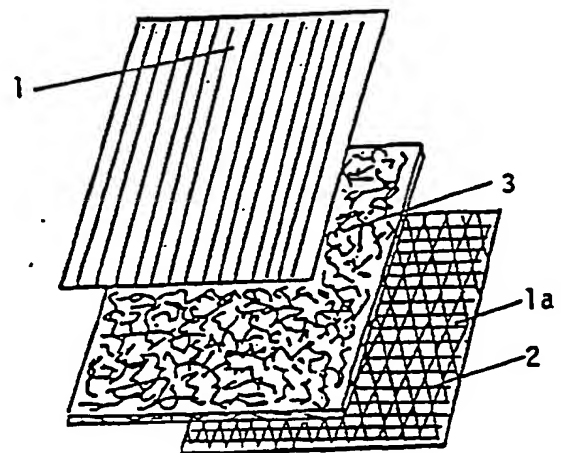
㉖ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-AS 11 06 285
DE 42 26 988 A1
DE 42 26 208 A1
DE 42 15 662 A1
DE 40 10 086 A1
DE 39 35 264 A1
DE 38 35 929 A1
DE 31 32 697 A1
DE 31 32 068 A1
DE 90 17 482 U1
DE 90 17 007 U1
DD 2 75 436 A1

CH 5 01 086
GB 21 73 828 A
Sonderdruck aus der Lehr- und
Informationschriftenreihe »kettenwirk- praxis«, Karl
Mayer GmbH, Obertshausen, Ausg. 2/89;
RANKILOR, P.R., RAZ, S.: The Karl Mayer Guide To
Geotextiles, Karl Mayer Textilmaschinenfabrik
GmbH, Obertshausen, 1989, S.1-29;
SPRENGER, K.-H.: Gelegekomplexe - eine
Alternative zum Verstärken von
Hochleistungsverbundwerkstoffen. In:
Kunststoffe 78, 1988, 12, S.1197-1200;
Baureport: Wie entstehen Schichtstoffplatten? In:
Kunststoffe im Bau, 17.Jg. 1982, H.4, S.191-193;

㉗ Mehrschichtiges Unidirektional-Gelege und Verfahren zur Herstellung desselben

㉘ Ein mehrschichtiges Unidirektional-Gelege aus Verstärkungsfasern zur Herstellung von Faser-Verbundwerkstoffen wird auf einer Vorrichtung durch die Zuführung verschiedener Schichten in einem kontinuierlichen Herstellungsverfahren produziert. Dabei werden die Faserstränge (Rovings) von einem Spulenbaum bzw. Schärgatter abgezogen, homogenisiert bzw. ausgedünnt und mindestens einseitig mit einer Fasermatte bzw. einem Vlies mittels beidseitig klebendem Haftfadengitter während des Durchlaufes durch ein Druckwalzenpaar verpreßt, wobei das Haftfadengitter von einer Vorrattstrommel abgezogen wird und ein Kleberbad vor dem Einlauf in das Druckwalzenpaar durchläuft. Das Haftfadengitter befindet sich zwischen dem Gelege und der Fasermatte. Durch weitere Durchläufe bzw. Doublierungen ist die Aufbringung beliebiger Schichten in beliebigen Orientierungswinkeln möglich. Durch den Kapillareffekt ist eine Harzimpregnierung auf einfache Weise möglich.



BEST AVAILABLE COPY

DE 195 34 627 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, unter dessen Anwendung ein mehrschichtiges Gelege mit unidirektionaler Faser-Orientierung entsprechend dem Gattungsbegriff des Anspruchs 1 erstellt wird.

Unidirektionale Gelege sind seit Jahren ein Begriff. Sie werden größtenteils als Einschichtgelege sowohl in trockener als auch in harzimprägnierter Form als sogenannte Prepregs eingesetzt. Ihr Einsatzspektrum ist dadurch stark eingeschränkt, da sich nur dünnwandige Bauteile mit geringer Beulsteifigkeit aber hoher Zugfestigkeit in einer vorgegebenen Richtung erstellen lassen. Sie sind jedoch konventionellen Geweben aus denselben Fasermaterialien weit überlegen, da der Faserverlauf parallel zur Hauptbelastungsebene des zu erstellenden Bauteils vorbestimmt werden kann, während bei bidirektionalen Geweben Festigkeits- und Steifigkeitsverluste durch die Fadenverkreuzung und durch Fadenlücken in Kauf genommen werden müssen.

Weiterhin sind sog. Unidirektional-Gelege bekannt bei denen lückenhaft nebeneinander liegende Faserstränge durch ein sog. Nähwirkverfahren verbunden werden. Mit Hilfe dieses Verfahrens sind verschiedene Zuordnungswinkel möglich, die aber erhebliche Nachteile, selbst gegenüber Geweben, mit sich bringen.

Mit keinem anderen Faser-Verstärkungsverfahren wird ein so großes festigkeitsminderndes und harzaufnehmendes aber gewichtsförderndes Verhalten mit all seinen Nachteilen erreicht. Durch das Nähwirkverfahren können die lückenhaft nebeneinander liegenden Faserstränge mit sich selbst oder darunter als Träger liegende Fasermatten vernäht werden.

Für qualifizierte Anwendungen in Hochtechnologie-Bereichen werden derartige textile Konstruktionen wegen ihrer hohen Gewichte, ungenauen Vorbestimmungsmöglichkeiten ihrer physikalischen Werte und der damit verbundenen Unvorhersehbarkeit des späteren Bauteilverhaltens abgelehnt. Auch spielt der hohe Anteil an festigkeitsminderndem Fremdstoff bei derart anspruchsvollen Anwendungen eine entscheidende Rolle, zumal sich das Verhalten dieses Fremdstoffes z. B. in Form von Nähgarnen oder dergleichen nicht vorausberechnen läßt.

Bei Raumfahrtstrukturen und in der Luftfahrtindustrie, hier besonders bei tragenden Primärstrukturen werden schon heute ausschließlich Fasermaterialien nach strengsten Qualitätsnormen vorzugsweise in Form von unidirektionalen Gelegeprepregs eingesetzt.

Derartige anspruchsvolle Forderungen lassen sich unter Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens weitgehend erfüllen, zumal ein Anteil an festigkeitsbestimmenden Fasern von nahezu 100% erreicht werden kann. Es lassen sich durch das Verfahren durch die streng parallel liegenden, gleichgerichteten Filamente ohne Fadenverkreuzungen und ohne lückenhafte Abstände und Nähgarne echte Unidirektional-Gelege mit fast 100-%iger Nutzung der physikalischen Faserwerte herstellen.

Die Erfindung hat damit der Forderung der qualifizierten Anwender Rechnung getragen, die da lautet: "Ein Bauteil mit höchster Festigkeit bei geringstmöglichem festigkeitsminderndem Gewicht zu erstellen durch den Einsatz entsprechender Verstärkungsfaser-Gelegen zu vertretbaren Preisen".

Diese Forderung wird durch das erfindungsgemäße Verfahren voll erfüllt. Das Maß der Erfüllbarkeit ist nicht mehr das Gelege und sein Herstellungsverfahren,

wie bisher, sondern sind die physikalischen Möglichkeiten und die Preiswürdigkeit der modernen Verstärkungsfasern. Ja, viele Anwendungen auf dem expandierenden Fachgebiet "Composites-Faserverbundwerkstoffe" sind künftig durch den Einsatz der erfindungsgemäßen mehrschichtigen Unidirektional-Gelege überhaupt erst möglich; besonders im Hinblick auf die Forderung an den Automobilbau, Fahrzeuge mit geringem Strukturgewicht und Minimal-Kraftstoffverbrauch zu bauen. Der Einsatz im Fahrzeugbau bei Schalenbauteilen wie Türen, Hauben, Dächer und Böden scheiterte bisher an der erforderlichen teuren diskontinuierlichen Fertigung bzw. an zu hohem Gewicht, wenn ausschließlich Fasermatten verwendet wurden oder an der zu geringen Beulsteifigkeit bei zu dünnen Gewebelaminaten.

So zeichnet sich erstmals nach vielen fehlgeschlagenen Versuchen eine Möglichkeit ab, Serienbauteile in Schalenbauweise wie Türen, Hauben, Dächer und Böden mit den entsprechenden Zug-, Schlag-, Druck- und Torsionsfestigkeiten preiswürdig zu bauen. Wichtig dabei ist, daß sich das Crash-Verhalten bei PKW's gegenüber Stahl- oder Aluminiumbauweisen durch den mehrschichtigen Unidirektional-Gelege-Aufbau und durch die Integration von zusätzlichen Sicherheitsschichten aus z. B. Hartschaum- oder Honigwaben-Strukturelementen erheblich verbessern läßt. Allein durch die Rückstellkräfte einer Faserverbundwerkstoff-Struktur ist schon eine größere Sicherheit gewährleistet.

Aber nicht nur die Verbesserung der Möglichkeiten im Fahrzeugbau war das Ziel der Erfindung.

Nachstehend sind weitere Einsatzbeispiele genannt:

Rotorblätter für Windkraftwerke
Rotorblätter für Helikopter
Boots- und Schiffbau
Luft- und Raumfahrt
Maschinenbau.

Ein Bauteil in Sandwichbauweise (Fig. 6) ist einer Monostruktur fast immer überlegen. Sie läßt dem Konstrukteur zugleich auch die Freiheit, durch Zuordnung der Materialkomponenten und unter Einbeziehung der Faserorientierungswinkel mit dem Werkstoff seine Bauteileigenschaften zu konstruieren. Das erfindungsgemäße Verfahren bietet dazu die Möglichkeit.

Der Erfindung lag insbesondere die Aufgabe zugrunde, vielseitig und preisgünstig kontinuierlich herstellbare Verstärkungsfaser-Flächengebilde zu schaffen mit der Möglichkeit, alle Faserarten zusammenzuführen mit dem Ziel, die jeweils besten Eigenschaften für sich oder im Hybrid zu nutzen und sie in jeder beliebigen Dicke einzusetzen, je nach Bedarf. Eine weitere Aufgabe ist durch das kontinuierliche Endlos-Fertigungsverfahren gelöst, das sich durch Genauigkeit und Preiswürdigkeit auszeichnet.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden unverdrehte Faserstränge, sog. Rovings, in an sich bekannter Weise von einem Spulenbaum bzw. Schärgatter abgezogen, in einer der Gelegebandanlage (101), Fig. 8 vorgeschalteten Ausdünn-, bzw. Homogenisierungsstufe (104) ausgebreitet und auf exakt definiertes Flächengewicht gebracht. Dieses dann flachliegende Gelege (1), das in allen Filamentbereichen unter exakt gleicher Zugspannung steht, wird durch ein Druckwalzenpaar (102 und 102) geführt und vor dem Einlaufzwickel des Druckwalzenpaares mit den beidseitig klebenden von einer Walze (105) ablaufenden Streifen (2), vorzugsweise einem Fixier-Fadengitter, mit der Fasermatte (3) zu-

sammengeführt und mittels des Druckwalzenpaares (102 und 102) verpreßt. Vor der Zusammenführung mit dem Gelege (1) und der Fasermatte (3) durchläuft das Fixier-Fadengitter (2) eine Tränkvorrichtung (103), bestehend aus einer Wanne (103), einer Umlenk- und Auftragswalze (108) und einem Abstreifer (110). Für die Kleberauftragung wird ein Flüssigkleber bzw. ein Klebeharz (109) verwendet. Nach dem Durchlauf durch das Druckwalzenpaar wird das fertige mehrschichtige Unidirektional-Gelege von einer zugspannung-aufbauenden Wickelstation aufgenommen unter Zuführung von antiadhäsiven Zwischenlagen (113), die von einer abgebremsten Trommel (107) abgezogen werden. Die Weiterverarbeitung ist dann individuell möglich. So besteht auch die Möglichkeit, das fertige Gelege ohne Zwischenaufwicklung direkt der Weiterverarbeitung wie z. B. einer Harz-Imprägnieranlage zur Herstellung von Prepregs zuzuführen.

In den Zeichnungen sind das mehrschichtige Unidirektional-Gelege und die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens schematisiert dargestellt; ebenfalls die einzelnen Faser-Komponenten:

Es zeigen:

Fig. 1 die Oberseite eines Geleges, 0° zur Fertigungsachse,

Fig. 2 die Unterseite eines Geleges, 90° zur Fertigungsachse, mit aufliegendem Fixier-Fadengitter,

Fig. 3 ein Fixier-Fadengitter, beidseitig klebend,

Fig. 4 eine Fasermatte,

Fig. 5 ein schematischer Aufbau eines mehrschichtigen Unidirektional-Geleges,

Fig. 6 das Wirkprinzip einer Sandwichstruktur,

Fig. 7 die Unterseite eines Unidirektional-Geleges mit aufgebrachtem Flüssig- bzw. Hotmelzkleber,

Fig. 8 ein Ausführungsbeispiel einer Produktionsanlage für mehrschichtige Unidirektional-Gelege.

Die beschriebenen Vorrichtungen und Einsatzbeispiele erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie dienen lediglich einer annähernden Orientierung!

Patentansprüche

1. Mehrschichtiges Unidirektional-Gelege und Verfahren zur Herstellung desselben, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Gelege aus parallel gleichgerichteten Kunststoff-Verstärkungsfasern (1) auf mindestens einer Seite über mit beidseitig klebenden, auf den Fasern des Geleges (1) quer, diagonal und/oder längs aufliegenden Fäden, Streifen oder dergleichen (2) mittels Durchlaufs durch ein Druckwalzenpaar (102) mit mindestens einem Vlies bzw. einer Fasermatte (3) verbunden ist, deren Volumen und Harzaufnahmevermögen größer ist, als das des Geleges (1).

2. Gelege nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Vlies bzw. die Fasermatte (3) beidseitig mit dem Gelege (1 und 1a) verbunden ist.

3. Gelege nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Vlies bzw. die Fasermatte (3) durch Zwischenlegen eines beidseitig klebenden Gebildes aus Fäden, Streifen oder dergleichen (2) mit einem weiteren Vlies bzw. einer Fasermatte mittels Durchlaufs durch ein Druckwalzenpaar (102) verbunden ist, wobei die Faserorientierung des einen Geleges (1a) im rechten Winkel oder einer anderen Winkelorientierung zur Faserrichtung des Geleges (1) verläuft.

4. Gelege nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

net, daß das Gelege aus Glas-, Carbon-, Aramid-, Polyester-, Silizium-, Bor- oder Polyäthylen-Filamenten besteht.

5. Gelege nach Anspruch 1 und einem der nachfolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die beidseitig klebenden Fäden, Streifen oder dergleichen aus einem Fasermaterial nach Anspruch 4 bestehen.

6. Gelege nach Anspruch 1, 2, und 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Vlies bzw. die Fasermatte (3) aus unorientierten Einzelfäden aus Glas, Carbon, Aramid, Polyester, Filz, Hanf, Schaumstoff, Kork oder Papier besteht.

7. Gelege nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke des Vlies bzw. der Fasermatte (3) größer ist, als die des Geleges (1).

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das mehrschichtige Gelege (1) aus mindestens drei Schichten besteht und zwar aus mindestens einer Schicht aus parallel liegenden, gleichgerichteten Fasersträngen und mindestens einem Vlies bzw. Fasermatte (3) mit dazwischenliegenden beidseitig klebenden Fäden, Streifen oder dergleichen (2).

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, 2, und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die beidseitig klebenden Flächen, Streifen oder dergleichen (2) vor der Zusammenführung mit dem Gelege (1) und dem Vlies bzw. der Fasermatte (3) eine Tränkvorrichtung zur Benetzung bzw. Imprägnierung der Oberfläche (103) mit flüssigem Haftvermittler durchlaufen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem zuführenden Schrägatter bzw. Spulenbaum und der Zusammenführung mit den beiden anderen Schichten (2 und 3), bestehend aus den beidseitig klebenden Fäden bzw. Streifen mit dem Vlies bzw. der Fasermatte eine Homogenisierungsvorrichtung (104) zum Zusammenführen bzw. Ausdünnen der Faserstränge angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß für die Verbindung des Geleges (1) mit dem Vlies bzw. der Fasermatte (3) quer zur Verlaufsrichtung des Geleges als Verbindungsmittel ein Permanent- oder Heißschmelzkleber (4) direkt auf das Gelege (1) oder das Vlies bzw. die Fasermatte (3) streifenförmig aufgebracht wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

BEST AVAILABLE COPY

- Leerseite -

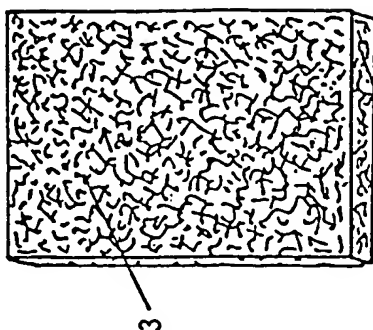


Fig. 4

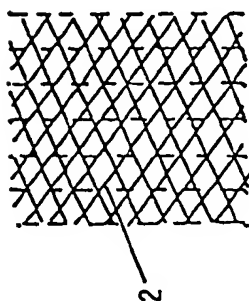


Fig. 3

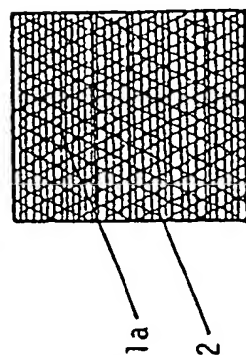


Fig. 2

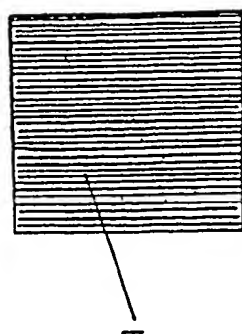


Fig. 1

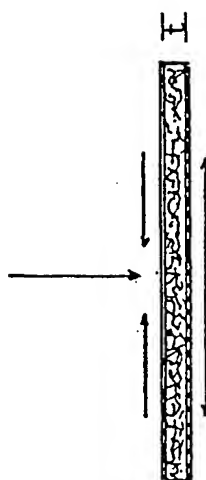


Fig. 6

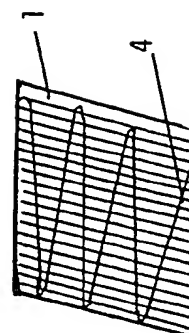


Fig. 7

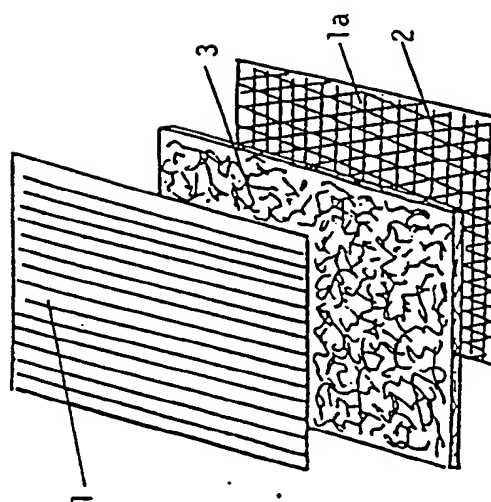
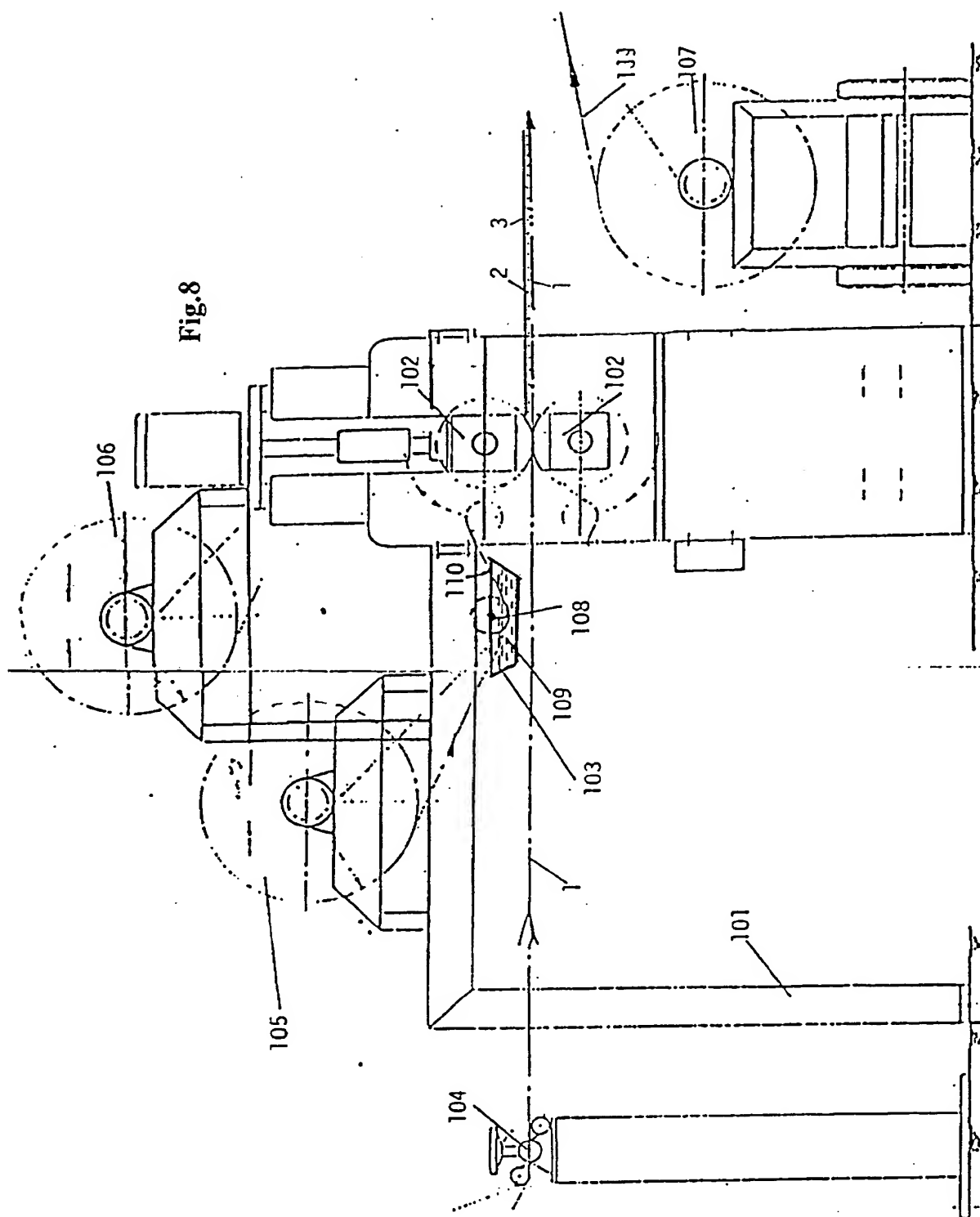


Fig. 5

POTT

JECT AVAILABLE COPY



AVAILABLE COPY

702 012/384